

Etiología e incidencia de las enfermedades de poscosecha del níspero cv. Algerie en Callosa d'en Sarrià (Alicante)

España es el segundo productor mundial y el primer exportador de níspero japonés (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) para el consumo en fresco. Más del 50 % del área cultivada se encuentra en la provincia de Alicante, concretamente en la zona de Callosa d'en Sarrià, donde más del 90 % de la producción corresponde al cultivar 'Algerie'. Esta producción se destina mayoritariamente a mercados de la Unión Europea (UE). Los objetivos de este trabajo fueron identificar y cuantificar los hongos patógenos causantes de enfermedades de poscosecha en este cultivar en las condiciones ambientales de esta importante zona productora. Durante dos campañas consecutivas, se utilizaron nísperos 'Algerie' de dos parcelas distintas de la zona para determinar la etiología y la incidencia de enfermedades producidas tanto por infecciones latentes como por infecciones de herida. Para ello, frutos desinfectados superficialmente o heridos artificialmente se mantuvieron en cámaras húmedas a 20 °C hasta 5 semanas. Se determinaron también las enfermedades en nísperos manejados comercialmente (selección visual y empaque en cajas de madera acolchadas en la central hortofrutícola) y conservados a 5 °C hasta 20 semanas. Los hongos aislados se incubaron en medio patata dextrosa agar (PDA) a 25 °C para su purificación y posterior identificación, tanto a nivel morfológico como molecular. En algunos casos se realizaron ensayos de laboratorio para verificar la patogenidad de los aislados y su desarrollo en condiciones de frigoconservación de los frutos. Independientemente del tipo de infección y manejo, los principales hongos causantes de enfermedad fueron *Alternaria alternata* (mancha negra) y *Penicillium expansum* (podredumbre azul). Además, *Botrytis cinerea* (podredumbre gris) se aisló frecuentemente tanto de frutos heridos como conservados en frío, mientras que *Colletotrichum gloeosporioides* (antracnosis) se observó con frecuencia en frutos desinfectados superficialmente. Otros patógenos minoritarios que se encontraron como causantes de infecciones latentes, sobre todo en la zona peduncular del fruto, fueron *Pestalotiopsis clavispora*, *Diplodia seriata* y *Diaporthe phaseolorum*.

PALABRAS CLAVE: *Eriobotrya japonica*, podredumbres de poscosecha, incidencia, etiología.

ABSTRACT

Spain is the second world largest producer and the first exporter of Japanese loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) for fresh consumption. More than 50 % of the cultivated area is located in Callosa d'en Sarrià (Alicante province, SE of Spain), where the cultivar 'Algerie' comprises more than 90 % of loquat production. Such production is mainly exported to European Union (EU) countries. The objectives of this research were to identify and quantify the main causal agents of postharvest diseases on 'Algerie' loquats grown in this important production area. For two consecutive seasons, commercially grown 'Algerie' loquats from two orchards were used to assess the etiology and the incidence of diseases caused by both latent and wound pathogens. Selected healthy fruit were either surface-disinfected or artificially wounded in the rind and incubated in humid chambers at 20 °C for up to 5 weeks. In addition, disease was also assessed on commercially handled fruit (manually selected and packaged) stored at 5 °C for up to 20 weeks. Isolated fungi were incubated on potato dextrose agar (PDA) plates at 25 °C for purification and subsequent morphological and molecular identification. Laboratory assays were conducted in some cases to verify the pathogenicity of common isolates and their ability to grow on cold-stored fruit. Disease development was assessed on artificially inoculated loquats stored at either 20 or 5 °C. Regardless of type of infection and postharvest fruit management, the most frequent postharvest diseases were black spot caused by *Alternaria alternata* and blue mold caused by *Penicillium expansum*. In addition, gray mold caused by *Botrytis cinerea* was frequently observed on both artificially wounded and commercially handled fruit, whereas anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* was frequently observed on surface-disinfected loquats. Other minor pathogens that were found causing latent infections, especially in the fruit stem-end, were *Pestalotiopsis clavispora*, *Diplodia seriata* and *Diaporthe phaseolorum*.

KEYWORDS: *Eriobotrya japonica*, postharvest diseases, incidence, etiology.

Lluís Palou, Verònica Taberner

Laboratori de Patologia, Centre de Tecnologia Postcollita (CTP), Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA)

e-mail: palou_llu@gva.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la Comunitat Valenciana es donde se concentra la producción española de cultivos frutales mediterráneos minoritarios que, como el caqui, la granada o el níspero, tienen una gran importancia económica. El cultivo de estas especies

supone hoy en día una alternativa muy interesante al cultivo de cítricos puesto que, debido a una serie de factores ligados a la comercialización y a la competencia de países terceros, ofrecen un mayor margen económico para los productores.

El níspero japonés (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) es un fruto de la familia de las rosáceas que se cultiva principalmente en China, Japón y la cuenca mediterránea. España es el segundo mayor productor de níspero y el principal

exportador a nivel mundial, con una superficie cultivada de 2.250 ha y una producción de unas 29.000 tn en 2019 (MAPA, 2020). La zona productora de níspero más importante de España se encuentra en la provincia de Alicante, concretamente en la zona de Callosa d'en Sarrià que, con unas 820 ha cultivadas (36 % del total español) y una producción de unas 15.000 tn (52 % del total español) en 2019 (MAPA, 2020), cuenta con una Denominación de Origen Protegida (DOP) propia (**Foto 1**). 'Algerie' (sin.: 'Algar') es el principal cultivar de níspero plantado en esta zona, donde representa más del 90 % de la producción total. Se trata de un cultivar de buenas características agronómicas y elevada calidad, apreciada por los mercados europeos.

El níspero se considera un fruto no climatérico con una vida poscosecha muy corta a temperatura ambiente, altamente sensible al daño físico y mecánico, a la pérdida de humedad y nutrientes y a las enfermedades de poscosecha causadas por hongos filamentosos (Cao *et al.*, 2014). Por tanto, se aconseja su almacenamiento y transporte a bajas temperaturas, aunque la mayoría de cultivares, incluido 'Algerie', son susceptibles a los daños por frío, especialmente a temperaturas inferiores a 5 °C (Pareek *et al.*, 2014).

La etiología y la incidencia de las enfermedades de poscosecha deben determinarse para cada área de cultivo, pues dependen en gran medida de factores locales de precosecha (cultivar, clima, suelo, etc.), cosecha (madurez del fruto, producción de heridas en la corteza) y poscosecha (manejo en la central frutícola, condiciones de almacenamiento, etc.) (Palou *et al.*, 2013). Por tanto, los objetivos de este trabajo fueron identificar, cuantificar y caracterizar los distintos patógenos causantes de enfermedades de poscosecha del níspero 'Algerie' en las condiciones ambientales de Callosa d'en Sarrià.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudios de incidencia

Durante dos campañas consecutivas, nísperos (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) cv. Algerie, producidos comercialmente en dos parcelas diferentes de la zona de Callosa d'en Sarrià (Alicante), se recolectaron en su madurez comercial y se transportaron al Laboratorio de Patología del Centre de Tecnologia Postcollita (CTP) del IVIA donde se seleccionaron frutos sanos de un calibre medio y uniforme, se distribuyeron aleatoriamente y se utilizaron para la determinación de enfermedades fúngicas de poscosecha causadas por patógenos latentes y de herida siguiendo procedimientos similares a los descritos por Palou *et al.* (2015).

Para la determinación de patógenos latentes, nísperos intactos se desinfectaron superficialmente mediante inmersión en lejía diluida (0,5 % hipoclorito sódico) durante 1 min, se aclararon intensamente con agua y se secaron con papel absorbente. Los frutos desinfectados se colocaron individualmente en la base o tapa de placas petri pequeñas (50 mm diámetro) estériles y se dispusieron dentro de cámaras húmedas. Estas cámaras consistían en cajas de plástico de 5 L con tapa que habían sido previamente desinfectadas superficialmente pulverizándolas con etanol al 98 %. Para permitir el intercambio de aire, las cajas se perforaron en dos paredes opuestas dejando unos orificios de 0,5 cm de diámetro. Antes de colocar los frutos, en el fondo de las cajas se habían colocado papeles absorbentes impregnados de agua. Las cajas se taparon e incubaron a 20 °C. Cada campaña, con la fruta de cada campo se utilizaron 5 cámaras húmedas (repeticiones) conteniendo 9 frutos cada una (total de 45 frutos por parcela). Se anotó semanalmente el número de frutos infectados en cada cámara durante 5 semanas en la primera campaña y 4 semanas en la segunda. Los patógenos causantes de las podredumbres se identificaron

tal como se describe en el siguiente apartado de estudios etiológicos.

Para la determinación de patógenos de herida, nísperos intactos de las cajas de campo se hirieron mediante un punzón en 4 puntos equidistantes en la zona ecuatorial del fruto (**Foto 2**). Cada fruto se colocó sobre la base o tapa de una placa Petri numerada y se introdujo en cámaras húmedas, como se ha descrito anteriormente. Las cámaras húmedas se taparon y se incubaron a 20 °C. Cada campaña, con la fruta de cada campo se utilizaron 5 cámaras húmedas (repeticiones) conteniendo 9 frutos cada una (total de 45 frutos y 180 heridas por parcela). El número de heridas infectadas en cada cámara se controló semanalmente durante 4 semanas.

Para la determinación de podredumbres durante la conservación frigorífica del níspero 'Algerie', frutos que habían sido procesados comercialmente en la central frutícola (únicamente selección y envasado manual en cajas de madera acolchadas, de dimensiones 50 x 30 x 10 cm, sin aplicación de ningún tipo de tratamiento en poscosecha), se llevaron al IVIA y se almacenaron a 5 °C y 90 % HR durante 20 semanas en la primera campaña y 18 semanas en la segunda, seguidas de 1 semana de 'shelf life' a 20 °C y 75 % HR. Cada campaña se utilizaron 3 cajas comerciales por campo (repeticiones), cada una con 30 nísperos (total de 90 frutos por campo). Cada 2 semanas se anotó el número de podredumbres presentes en los frutos de cada caja, identificándose los patógenos causantes de podrido tal como se describe a continuación.

Para cada una de estas determinaciones, los datos obtenidos de incidencia de enfermedad (número de frutos o heridas infectados por cada patógeno) se analizaron estadísticamente mediante análisis de la varianza (ANOVA) y se calcularon las frecuencias relativas (%) de cada patógeno al final de cada periodo de incubación o almacenamiento.

Cuando resultó pertinente, las medias se separaron utilizando la prueba de la mínima diferencia significativa (MDS, $P < 0,05$).

Estudios etiológicos

Aislamiento e identificación de patógenos

Para cada una de las determinaciones anteriores, se contabilizaron las enfermedades sintomáticas en los frutos y se identificaron los hongos causantes. En los casos en los que el agente causal era desconocido o dudoso se procedió a su aislamiento en placas petri con medio de cultivo patata dextrosa agar (PDA), a su purificación mediante resiembras sucesivas y a su identificación por sus características morfológicas macroscópicas (crecimiento en placa) y/o microscópicas (aspecto de las estructuras fúngicas) tras incubación de 7-14 días a 25 °C. Normalmente los hongos aislados se identificaron a nivel de género.

Aquellos hongos frecuentes que no pudieron ser identificados se enviaron a un laboratorio especializado (Colección Española de Cultivos Tipo, CECT, UV, Valencia) para su identificación a nivel de especie, en base a características morfológicas y fisiológicas y también a nivel molecular mediante la secuenciación de fragmentos de DNA ribosómico.

Pruebas de patogenicidad y desarrollo

Para verificar que realmente los hongos aislados de frutos sintomáticos eran los causantes de la enfermedad se realizaron pruebas de patogenicidad para comprobar el cumplimiento de los postulados de Koch. Para ello, nísperos 'Algerie' de madurez comercial previamente lavados y desinfectados superficialmente se inocularon con micropipeta en heridas de la piel (2 mm diámetro y 1 mm profundidad) con una suspensión de esporas (10^5 esporas/mL) del hongo en cuestión (**Foto 3**). Frutos control se hirieron, pero no se inocularon. Tras la incubación de los frutos en cámaras húmedas como las descritas anteriormente colocadas en una estufa incubadora a 20 °C, se comprobó que la misma enfermedad se desarrollaba en la fruta inoculada y no en la fruta control, se aisló el hongo de los frutos sintomáticos y se resembró en placas de PDA para comprobar que era exactamente el mismo agente causante. Por cada hongo ensayado se utilizaron 3 cámaras húmedas conteniendo cada una 9 frutos inoculados y 1 cámara húmeda conteniendo 9 frutos control.

Para la caracterización del desarrollo de cada hongo patógeno, las cámaras húmedas anteriores se mantuvieron en incubación a 20 °C durante 30 días y otras 4 cámaras idénticas por hongo (3 con nísperos inoculados y 1 con nísperos control) se almacenaron a 5 °C y 90 % HR hasta 85 días. Periódicamente (cada 3 días para la fruta incubada a 20 °C y cada 7 días para la fruta conservada a 5 °C) se determinó en esta fruta la incidencia (porcentaje de heridas infectadas) y la severidad (diámetro de la lesión) de la enfermedad y la esporulación del patógeno (**Foto 4**).



Foto 1.
Logotipo de la Denominación de
Origen Protegida Nísperos de
Callosa d'en Sarrià.



Foto 2. Producción de heridas en la piel de nísperos 'Algerie' para la determinación de patógenos de herida.



Foto 3. Inoculación artificial de nísperos 'Algerie' con suspensiones de esporas para la comprobación de la patogenicidad de especies fúngicas (cumplimiento de los postulados de Koch).



Foto 4. Determinación de la incidencia (número de frutos infectados) y la severidad (diámetro de lesión) de la enfermedad en las pruebas de desarrollo de patógenos fúngicos en nísperos 'Algerie'.

RESULTADOS

Incidencia y frecuencia relativa de patógenos

En general, y para cada uno de los tres tipos de determinaciones (patógenos latentes, de herida y causantes de enfermedad durante la conservación frigorífica), los análisis estadísticos (ANOVA) de la incidencia del total de patógenos y de los pertenecientes a cada uno de los géneros fúngicos identificados, incluyendo un grupo de hongos menores nombrado como 'otros patógenos', durante y al final de los respectivos tiempos de incubación, mostraron diferencias significativas entre campañas y parcelas (datos no mostrados), lo que indica la existencia de una variabilidad importante en función de factores climatológicos y agronómicos. Se trata de un resultado esperable y que ya se observado anteriormente en determinaciones similares en otros frutos mediterráneos como granada o caqui (Palou *et al.*, 2013, 2015).

Los resultados de frecuencia relativa de patógenos latentes en las dos parcelas en las dos campañas después del periodo de incubación mostraron que los hongos más frecuentes en níspero 'Algerie' fueron *Alternaria* spp., seguidos de *Colletotrichum* spp., *Botrytis* spp., *Diplodia* spp., *Pestalotiopsis* spp., *Penicillium* spp., y otros patógenos menores. Concretamente, en la primera campaña después de 5 semanas de incubación a 20 °C, la incidencia o frecuencia absoluta de patógenos latentes en fruta de la parcela 1 fue del 51 % de los frutos (Tabla 1) y se distribuyeron con las siguientes frecuencias relativas: 22 % *Alternaria* spp., 22 % *Colletotrichum* spp., 9 % *Botrytis* spp., 17 % *Diplodia* spp., 13 % *Pestalotiopsis* spp., 13 % *Penicillium* spp., y 4 % otros patógenos (Fig. 1A). En fruta de la parcela 2, la frecuencia absoluta fue del 87 % de los frutos (Tabla 1) y las frecuencias relativas fueron 36 % *Alternaria* spp., 15 % *Colletotrichum* spp., 10 % *Botrytis* spp., 10 % *Diplodia* spp., 10 % *Penicillium* spp., 13 % *Pestalotiopsis* spp. y 5 % otros patógenos (Fig. 1A).

Tabla 1. Incidencia o frecuencia absoluta (%) de infecciones latentes, de herida y observadas tras conservación en frío en nísperos 'Algerie' de dos parcelas de Callosa d'en Sarrià durante dos campañas consecutivas.

Tipo de infección	Campaña 1		Campaña 2	
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2
Latente ^a	51	87	69	100
De herida ^b	59	68	82	56
En fruta frigoconservada ^c	22	45	55	35

^aTras 5 y 4 semanas de incubación a 20 °C en las campañas 1 y 2, respectivamente.

^bTras 4 semanas de incubación a 20 °C.

^cTras 20 y 18 semanas de conservación a 5 °C en las campañas 1 y 2, respectivamente, seguidas de 1 semana de 'shelf life' a 20 °C.

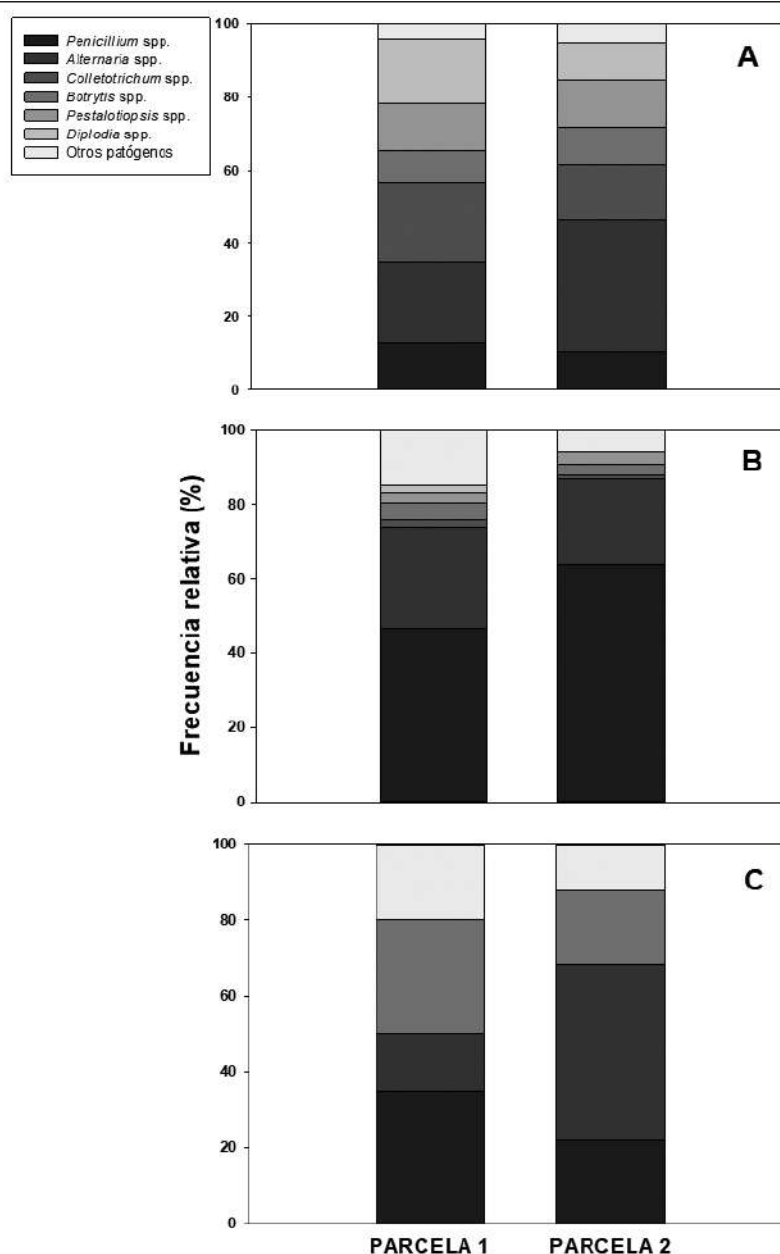


Figura 1. Frecuencia relativa de patógenos fúngicos causantes de infecciones latentes tras 5 semanas de incubación a 20 °C (A), infecciones de herida tras 4 semanas de incubación a 20 °C (B) e infecciones en fruta conservada en frío tras 20 semanas a 5 °C y 1 semana de 'shelf life' a 20 °C (C) en nísperos 'Algerie' de dos parcelas de Callosa d'en Sarrià. Datos de la primera campaña.

En la segunda campaña, después de 4 semanas de incubación a 20 °C, la incidencia de patógenos latentes en fruta de la parcela 1 fue del 69 % de los frutos (**Tabla 1**) y las frecuencias relativas de 39 % *Alternaria* spp., 13 % *Colletotrichum* spp., 6 % *Penicillium* spp., 16 % *Diplodia* spp., 3 % *Botrytis* spp., 16 % *Pestalotiopsis* spp., y 6 % otros patógenos (**Fig. 2A**). En fruta de la parcela 2, la incidencia fue del 100 % de los frutos (**Tabla 1**) y las frecuencias relativas de 31 % *Alternaria* spp., 24 % *Colletotrichum* spp., 20 %

Botrytis spp., 11 % *Diplodia* spp., 18 % *Pestalotiopsis* spp., 9 % *Penicillium* spp. y 7 % otros patógenos (**Fig. 2A**).

En lo referente a patógenos de herida, en la primera campaña, después de 4 semanas de incubación a 20 °C, la incidencia o frecuencia absoluta de heridas infectadas en los nísperos procedentes de la parcela 1 fue del 59 % (**Tabla 1**), con las siguientes frecuencias relativas de patógenos: 47 % *Penicillium* spp., 27 % *Alternaria* spp., 15 % otros patógenos,

5 % *Botrytis* spp., 3 % *Pestalotiopsis* spp., 2 % *Colletotrichum* spp. y 2 % *Diplodia* spp. (**Fig. 1B**). En fruta de la parcela 2, la incidencia fue del 68 % de heridas infectadas (**Tabla 1**), con frecuencias relativas de 64 % *Penicillium* spp., 23 % *Alternaria* spp., 6 % otros patógenos, 3 % *Botrytis* spp., 3 % *Pestalotiopsis* spp. y 1 % *Colletotrichum* spp. (**Fig. 1B**). En la segunda campaña, después de 4 semanas de incubación a 20 °C, la incidencia de heridas infectadas en los frutos de la parcela 1 fue del 82 % (**Tabla 1**), con frecuencias relativas de 22 % *Penicillium* spp., 43 % *Alternaria* spp., 26 % otros patógenos, 3 % *Pestalotiopsis* spp., 2 % *Botrytis* spp., 1 % *Colletotrichum* spp. y 1 % *Diplodia* spp. (**Fig. 2B**). En fruta de la parcela 2, la incidencia fue del 56 % de heridas infectadas (**Tabla 1**), con frecuencias relativas de 49 % *Penicillium* spp., 32 % *Alternaria* spp., 9 % otros patógenos, 5 % *Colletotrichum* spp., 3 % *Pestalotiopsis* spp. y 2 % *Botrytis* spp. (**Fig. 2B**).

Con respecto a la fruta manejada comercialmente y frigoconservada, en la primera campaña la incidencia o frecuencia absoluta de patógenos causantes de enfermedades de poscosecha después de 20 semanas a 5 °C y una semana de 'shelf life' a 20 °C fue del 22 % en fruta procedente de la parcela 1 (**Tabla 1**), con las siguientes frecuencias relativas: 35 % *Penicillium* spp., 30 % *Botrytis* spp., 20 % otros patógenos, y 15 % *Alternaria* spp. (**Fig. 1C**). En fruta procedente de la parcela 2, la incidencia fue del 45 % (**Tabla 1**) y las frecuencias relativas de 22 % *Penicillium* spp., 19 % *Botrytis* spp., 12 % otros patógenos y 46 % *Alternaria* spp. (**Fig. 1C**). En la campaña 2, la incidencia total de hongos patógenos después de 18 semanas a 5 °C y una semana de 'shelf life' a 20 °C fue del 55 % en la fruta de la parcela 1 (**Tabla 1**), con frecuencia relativas de 16 % *Penicillium* spp., 10 % *Botrytis* spp., 9 % otros patógenos y 67 % *Alternaria* spp. (**Fig. 2C**). En la fruta de la parcela 2, la incidencia fue 35 % (**Tabla 1**) y las frecuencias relativas de 21 % *Penicillium* spp., 9 % *Botrytis* spp., 14 % otros patógenos y 54 % *Alternaria* spp. (**Fig. 2C**).

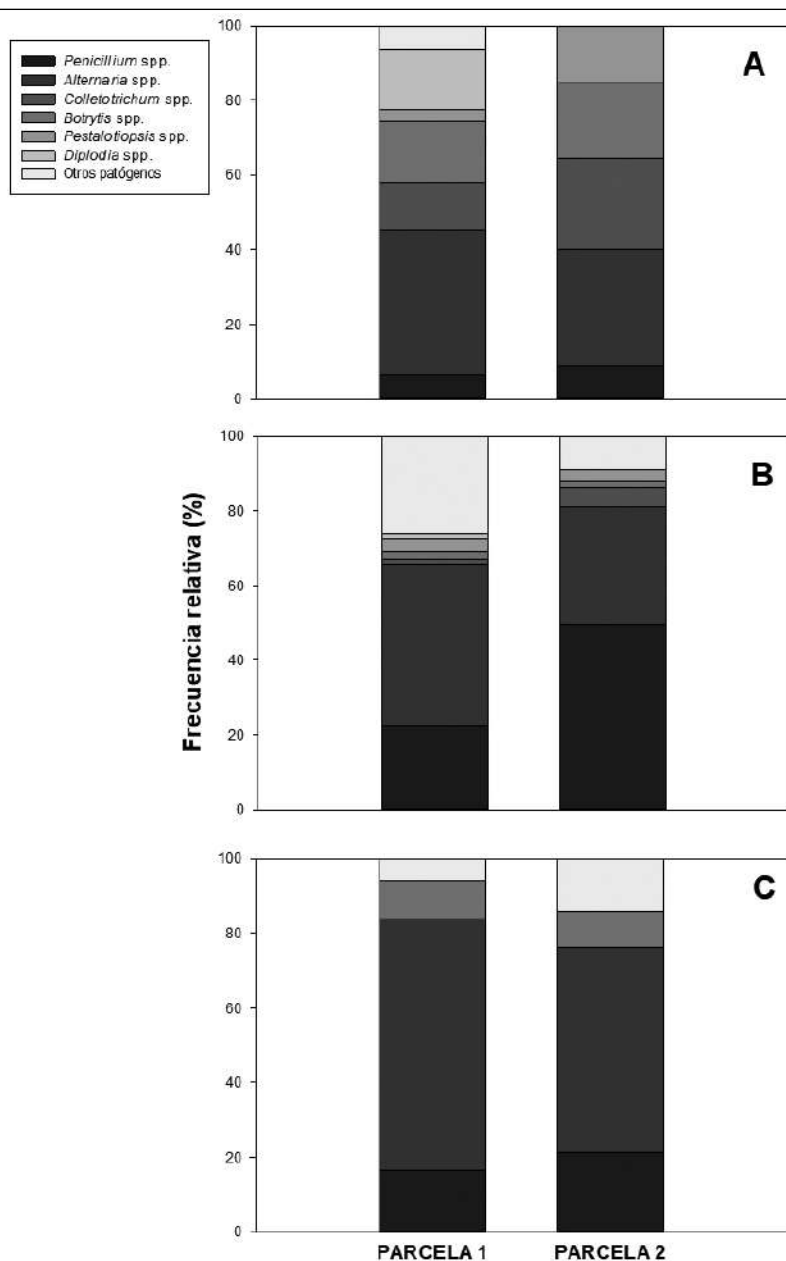


Figura 2. Frecuencia relativa de patógenos fúngicos causantes de infecciones latentes tras 4 semanas de incubación a 20 °C (A), infecciones de herida tras 4 semanas de incubación a 20 °C (B) e infecciones en fruta conservada en frío tras 18 semanas a 5 °C y 1 semana de 'shelf life' a 20 °C (C) en nísperos 'Algerie' de dos parcelas de Callosa d'en Sarrià. Datos de la segunda campaña.



Foto 5 Sintomatología de la mancha negra causada por *Alternaria alternata* en nísperos 'Algerie'.



Foto 7. Sintomatología de la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* en nísperos 'Algerie'.



Foto 9. Sintomatología de la podredumbre causada por *Pestalotiopsis clavispora* (sin.: *Neopestalotiopsis clavispora*) en nísperos 'Algerie'.



Foto 10. Sintomatología de la podredumbre causada por *Diplodia seriata* en nísperos 'Algerie'.



Foto 6. Sintomatología de la podredumbre azul causada por *Penicillium expansum* en nísperos 'Algerie'.



Foto 8. Sintomatología de la podredumbre gris causada por *Botrytis cinerea* en nísperos 'Algerie'.



Foto 11. Sintomatología de la podredumbre causada por *Diaporthe phaseolorum* en nísperos 'Algerie'.

Identificación, patogenicidad y desarrollo

Según los resultados anteriores, los hongos aislados más frecuentemente en nísperos 'Algerie', independientemente del tipo de infección, fueron de los géneros de *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Botrytis*, *Pestalotiopsis* y *Diplodia*. Muestras de estos hongos se identificaron a nivel de especie mediante métodos moleculares en el laboratorio de la CECT y resultaron ser de *P. expansum*, *A. alternata*, *C. gloeosporioides*, *B. cinerea*, *P. clavispora* (sin.: *Neopestalotiopsis clavispora*) y *D. seriata*. Otras especies que se identificaron fueron *Diaporthe phaseolorum*, *Thricothecium roseum* y *Athalia bombacina*. Estos hongos, y algunos otros como *Cladosporium* spp., *Rhizopus* spp. y *Trichoderma* spp. se incluyeron en el grupo 'otros patógenos'. En las **Fotos 5-11** se muestran los síntomas de las podredumbres causadas en níspero 'Algerie' por los más importantes de estos hongos patógenos.

Puesto que la patogenicidad de *C. gloeosporioides* y *B. cinerea* en níspero ya estaba referenciada en otras zonas productoras (Liu *et al.*, 2007; Pareek *et al.*, 2014), se evaluó la patogenicidad de los hongos: *P. expansum*, *A. alternata*, *P. clavispora*, *D. seriata* y *Diaporthe phaseolorum*. Todos ellos cumplieron los postulados de Koch en níspero 'Algerie' y se desarrollaron en frutos inoculados artificialmente (**Fig. 3**), por lo cual pueden clasificarse inequívocamente como microorganismos patógenos en este cultivar.

Todos los patógenos estudiados crecieron en mayor o menor medida en nísperos incubados a 20 °C y también fueron capaces de desarrollarse, aunque muy lentamente, en frutos almacenados a 5 °C (**Fig. 3**). A los 7 días de incubación a 20°C, la incidencia y la severidad de las enfermedades causadas por *P. expansum*, *A. alternata*, *D. phaseolorum*, *P. clavispora* y *D. seriata* fueron 100 %

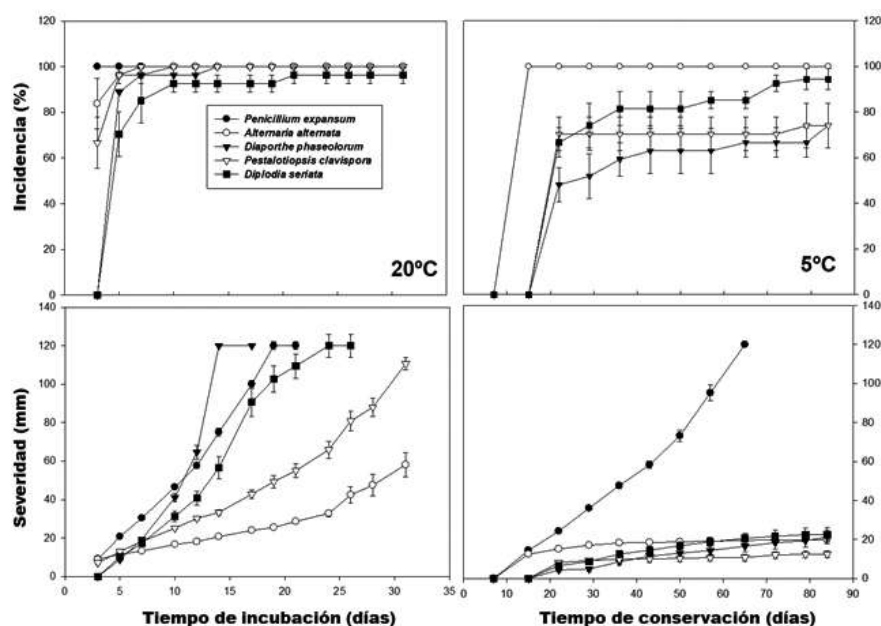


Figura 3. Pruebas de patogenicidad. Incidencia (% de frutos infectados) y severidad (diámetro de lesión) en nísperos 'Algerie' inoculados artificialmente con los hongos indicados e incubados a 20 °C o frigoconservados a 5 °C y 90 % HR.

y 30 mm de diámetro, 96 % y 13 mm, 96 % y 19 mm, 100 % y 18 mm y 85 % y 17 mm, respectivamente. A los 14 días, la incidencia de enfermedad ya era del 100 % en la mayoría de los casos. En fruta frigoconservada a 5 °C, la incidencia y severidad de las podredumbres azul y negra, causadas respectivamente por *P. expansum* y *A. alternata*, ya era del 100 % a los 15 días de almacenamiento, con severidades respectivas de 14 y 12 mm. El resto de los patógenos causaron los primeros síntomas visibles de podredumbre a los 22 días a 5 °C, y a los 84 días los valores de incidencia y severidad eran 74 % y 21 mm para *D. phaseolorum*, 74 % y 12 mm para *P. clavispora* y 94 % y 22 mm para *D. seriata* (**Fig. 3**).

DISCUSIÓN

Se concluye de esta investigación que los principales patógenos causantes de enfermedades de poscosecha en nísperos 'Algerie' de la zona de Callosa d'en Sarrià son *A. alternata*, causante de la mancha negra, *P. expansum*, causante de la podredumbre azul y, en menor medida, *C. gloeosporioides*, causante de la antracnosis, y *B. cinerea*, causante de la podredumbre gris. Mientras que las dos primeras

especies fueron frecuentes en los tres tipos de frutos estudiados, *C. gloeosporioides* fue especialmente importante en frutos con infecciones latentes y no se observó en fruta manejada comercialmente y conservada en frío, en la que, por el contrario, sí fueron frecuentes las infecciones causadas por *B. cinerea*.

Resultados similares han sido reportados por otros autores en otras zonas productoras de níspero (Batta, 2005; Ko *et al.*, 2010). Particularmente, la antracnosis causada por *Colletotrichum* spp. se ha descrito repetidamente como una de las enfermedades fúngicas más importantes del níspero en todo el mundo, causante de enfermedad tanto en campo como en poscosecha (Cao *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2015). Características similares se han descrito también para *A. alternata*, que puede producir tanto manchas foliares como frutos podridos en campo y en poscosecha (Batta, 2005; Tziros, 2013). Como indican estos resultados, y también se concluye de otros estudios realizados con otras especies como por ejemplo el caqui (Palou *et al.*, 2015), *A. alternata* causa mancha negra en poscosecha tanto a través de infecciones latentes en frutos inmaduros como de infecciones

de herida en frutos ya maduros que van a ser recolectados en breve. En este estudio, *Penicillium* spp. y concretamente *P. expansum* fueron especialmente importantes en frutos con heridas artificiales, lo cual es un resultado lógico teniendo en cuenta que *Penicillium* spp. son patógenos de herida estrictos que suelen infectar todo tipo de fruta fresca ya madura a través de heridas causadas durante la recolección o en poscosecha. En níspero, *P. expansum* se citó como causante de pérdidas en poscosecha en un estudio realizado en Italia (Molinu *et al.*, 2005). *B. cinerea* se encuentra presente en abundancia en los campos de níspero durante todo el ciclo del cultivo y puede infectar tanto la flor como el fruto en crecimiento, causando infecciones latentes que solo se desarrollan tras la recolección (Sun *et al.*, 2009). Además de los patógenos nombrados, otros que se han aislado, identificado y caracterizado en este trabajo en términos de patogenicidad y capacidad de desarrollo, tanto a temperaturas ambientales como en condiciones de conservación frigorífica, han sido *P. clavispora*, *D. seriata* y *D. phaseolorum*.

La información obtenida en este estudio puede ser de gran interés para la industria española del níspero, sobre todo en caso de que se incremente la producción y se necesiten prolongar los periodos de conservación frigorífica para alargar así la campaña de comercialización. El conocimiento de la incidencia y la etiología de las principales enfermedades de poscosecha podría permitir el diseño de estrategias coste-efectivas de control para minimizar las pérdidas económicas. En el caso de la mancha negra, la antracnosis y la podredumbre gris, debería prestarse atención sobre todo a tratamientos de campo para reducir la incidencia de infecciones latentes y en el caso de la podredumbre azul, pero también de la mancha negra, a la búsqueda e implementación de tratamientos antifúngicos de poscosecha para controlar infecciones de herida y proteger el fruto durante la conservación frigorífica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC; proyecto AGL2004-05271/AGR) y la Unión Europea (Programa FEDER).

BIBLIOGRAFÍA

- Batta Y.** 2005. Control of Alternaria spot disease on loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) using detached fruits and leafdisk assay. *An-Najah University Journal for Research - Natural Sciences* 19: 69-82.
- Cao S., Cai Y., Yang Z., Joyce D.C., Zheng Y.** 2014. Effect of MeJA treatment on polyamine, energy status and anthracnose rot of loquat fruit. *Food Chemistry* 145: 86-89.
- Ko Y., Liu C.W., Chen C.C., Yao K.S., Maruthasalam S., Lin C.H.** 2010. First report of fruit rot of loquat caused by an *Alternaria* sp. in Taiwan. *Plant Disease* 94: 481.
- Liu A.Y., Chen W.X., Gu H., Shi J.Y., Li J.** 2007. Biological characteristic of pathogenic fungus causing anthracnose of loquat fruit. *Acta Horticulturae* 750: 465-447.
- MAPA.** 2020. Superficies y Producciones Anuales de Cultivos. Datos Avances de Frutales No Cítricos y Frutales Secos Año 2019. Madrid. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>
- Molinu M.G., D'Hallewin G., Dore A., Serusi A., Venditti T., Agabbio M.** 2005. Carbonic acid salts at 25 or 45 °C to control loquat decay under shelf life conditions. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 70: 365-370.
- Palou L., Montesinos-Herrero C., Tarazona I., Besada C., Taberner V.** 2015. Incidence and etiology of postharvest fungal diseases of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) in Spain. *Plant Disease* 99: 1416-1425.
- Palou L., Taberner V., Guardado A., del Río M.A., Montesinos-Herrero C.** 2013. Incidence and etiology of postharvest fungal diseases of pomegranate (*Punica granatum* cv. Mollar de Elche) in Spain. *Phytopathologia Mediterranea* 52: 478-489.

Pareek S., Benkeblia N., Janick J., Cao S., Yahia E.M. 2014. Postharvest physiology and technology of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94: 1495-1504.

Sun H., Zhang L.L., Zhang J.Z., Hu D.W. 2009. Identification of causal agent of blossom blight of loquat in Zhejiang province, China. *Journal of Zhejiang University - Agricultural and Life Sciences* 35: 237-242.

Tziros G.T. 2013. *Alternaria alternata* causes leaf spot and fruit rot on loquat (*Eriobotrya japonica*) in Greece. *Australasian Plant Disease Notes* 8: 123-124.

Wang K., Cao S., Di Y., Liao Y., Zheng Y. 2015. Effect of ethanol treatment on disease resistance against anthracnose rot in postharvest loquat fruit. *Scientia Horticulturae* 188: 115-121.